

# DEVICE

Publication number: JP5080836 (A)

Publication date: 1993-04-02

Inventor(s): SASAKI HITOSHI; NIIHARA YOSHIMI

Applicant(s): MAZDA MOTOR

Classification:

- international: **B25J9/22; G05B19/4097; G05B19/42; B25J9/22; G05B19/4097; G05B19/42;** (IPC1-7): B25J9/22; G05B19/403; G05B19/42

- European:

Application number: JP19910268952 19910919

Priority number(s): JP19910268952 19910919

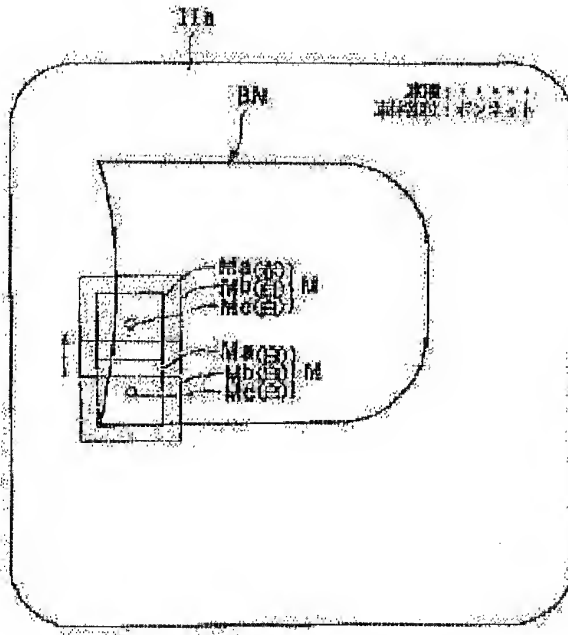
Also published as:

JP3264378 (B2)

## Abstract of JP 5080836 (A)

**PURPOSE:**To provide the teaching data generating method for an image pickup device where plural image pickup areas are easily and accurately set and the efficiency and accuracy for generating teaching data are remarkably enhanced.

**CONSTITUTION:**A bonnet BN, an image pickup area indication mark Ha which is the one image pickup area indication mark Ma located on the surface of the bonnet BN and also corresponding to the image pickup area and the overlapping area indication mark Mb corresponding to the overlapping area which is image-picked-up by overlapping at the time of picking-up an image are displayed in a display 11 a. The plural image pickup areas are successively decided with the image pickup area indication mark Ha and the decided image pickup area indication mark Ha is displayed by changing color from red to white.



Data supplied from the *esp@cenet* database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-80836

(43)公開日 平成5年(1993)4月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/42	J	9064-3H		
B 2 5 J 9/22	Z	9147-3F		
G 0 5 B 19/403	C	9064-3H		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-268952

(22)出願日 平成3年(1991)9月19日

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 佐々木 均

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 新原 良美

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

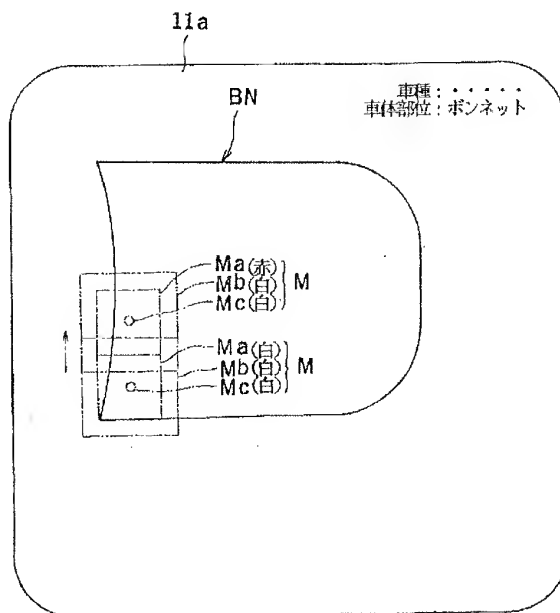
(74)代理人 弁理士 岡村 俊雄

(54)【発明の名称】 撮像装置のティーチングデータ作成方法

(57)【要約】

【目的】簡単に且つ精度良く複数の撮像領域を設定することが出来、ティーチングデータの作成能率とその精度とを著しく高め得るような撮像装置のティーチングデータの作成方法を提供する。

【構成】ディスプレイ11aに、ボンネットBNとボンネットBNの表面に位置する1つの撮像領域指示マークMaであって撮像領域に相当する撮像領域指示マークMaと、撮像時に重複して撮像される重複領域に相当する重複領域指示マークMbとを表示し、撮像領域指示マークMaを介して複数の撮像領域を順次決定し、決定した撮像領域指示マークMaは赤色から白色に色変えして表示する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワークの表面を複数分割した撮像領域の各々を順次自動的に撮像する撮像装置に、各撮像領域の中心を通る法線上の撮像ポイントをティーチングするティーチングデータを作成する方法であって、ディスプレイを含む表示手段と、外部からワークの構造データを受けてディスプレイに表示する為の画像データと前記ティーチングデータとを作成するデータ処理手段と、データ処理手段を介して表示手段を操作する操作手段とを用いてティーチングデータを作成する方法において、ディスプレイに、ワークの表面の少なくとも一部と、この表示されたワークの表面に位置する 1 つの撮像領域指示マークであって撮像領域に相当する撮像領域指示マークとを表示させ、この撮像領域指示マークを介して複数の撮像領域を順次決定することを特徴とする撮像装置のティーチングデータ作成方法。

【請求項 2】 前記ディスプレイに、表示された撮像領域指示マークの外周側に位置する枠状の重複領域であって撮像時に重複して撮像される重複領域をも表示させることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置のティーチングデータ作成方法。

【請求項 3】 前記ディスプレイに表示された撮像領域指示マークを介して決定された撮像領域に、ディスプレイ上で識別マークを付加することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置のティーチングデータ作成方法。

【請求項 4】 前記識別マークは、表示色を異ならせた色分けマークであることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置のティーチングデータ作成方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は撮像装置のティーチングデータ作成方法に関し、特にティーチングデータをオフラインにてシミュレーションで作成するティーチングデータ作成方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 従来より、自動車製造工場においては、ロボット等を用いて加工・組立作業の自動化が進められているが、最近では、例えば車体の塗装面の検査など検査作業の自動化も進められている。前記車体の塗装面を自動的に検査する装置としては、ロボットとロボットのハンド部に装着した撮像ヘッドとを備えた撮像装置が用いられ、車体のボンネット、ルーフなどの各部位の塗装面を複数分割した撮像領域を予め設定し、次に撮像装置に各撮像領域の中心を通る法線上の撮像ポイントをティーチングするティーチングデータを作成し、そのティーチングデータに基いて撮像装置を駆動制御して撮像領域の各々を順次自動的に撮像し、撮像領域における塗装欠陥部位の有無などを検査する技術が開発されつつある。

【0003】 従来、前記ティーチングデータの作成方法としては、オペレータが検査ステーションに配設された

撮像装置を直接ティーチングしたり或いは遠隔操作によりティーチングしてティーチングデータを作成する方法は、容易に実用化可能である。しかし、オフラインにてティーチングできるようにすることが望ましいことから、ディスプレイを含む表示手段と、外部からワークの構造データを受けてディスプレイに表示する為の画像データと撮像ポイントのティーチングデータとを作成するデータ処理手段と、データ処理手段を介して表示手段を操作する操作手段を用い、オペレータがオフラインにてシミュレーションでティーチングデータを作成する方法を実用化することが望ましい。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前記シミュレーションにより撮像装置のティーチングデータを作成する方法においても、ワークの表面を複数分割した撮像領域を設定してディスプレイに表示させる必要がある。その撮像領域を設定する場合、ワークの構造データを用いて撮像領域を設定することが考えられるが、データの抽出や数値演算処理等の複雑な手順を繰り返し行わなければならない、撮像領域の設定に長い時間を要するうえ設定ミスを引きやすく、従って、ティーチングデータの作成能率が著しく低下し、精度の高いティーチングデータが得られないという問題がある。

【0005】 本発明の目的は、簡単に且つ精度良く複数の撮像領域を設定することが出来、ティーチングデータの作成能率とその精度とを著しく高め得るような撮像装置のティーチングデータの作成方法を提供することである。

##### 【0006】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に係る撮像装置のティーチングデータ作成方法は、図 1 の機能ブロック図に示すように、ワークの表面を複数分割した撮像領域の各々を順次自動的に撮像する撮像装置に、各撮像領域の中心を通る法線上の撮像ポイントをティーチングするティーチングデータを作成する方法であって、ディスプレイを含む表示手段と、外部からワークの構造データを受けてディスプレイに表示する為の画像データと前記ティーチングデータとを作成するデータ処理手段と、データ処理手段を介して表示手段を操作する操作手段とを用いてティーチングデータを作成する方法において、ディスプレイに、ワークの表面の少なくとも一部と、この表示されたワークの表面に位置する 1 つの撮像領域指示マークであって撮像領域に相当する撮像領域指示マークとを表示させ、この撮像領域指示マークを介して複数の撮像領域を順次決定するものである。

【0007】 請求項 2 に係る撮像装置のティーチングデータ作成方法は、請求項 1 の撮像装置のティーチングデータ作成方法において、前記ディスプレイに、表示された撮像領域指示マークの外周側に位置する枠状の重複領域であって撮像時に重複して撮像される重複領域をも表

示させるものである。

【0008】請求項3に係る撮像装置のティーチングデータ作成方法は、請求項1の撮像装置のティーチングデータ作成方法において、前記ディスプレイに表示された撮像領域指示マークを介して決定された撮像領域に、ディスプレイ上で識別マークを付加するものである。

【0009】請求項4に係る撮像装置のティーチングデータ作成方法は、請求項3の撮像装置のティーチングデータ作成方法において、前記識別マークは、表示色を異ならせた色分けマークであるものである。

【0010】

【作用】請求項1に係る撮像装置のティーチングデータ作成方法においては、ティーチングデータを作成する際には、オペレータが操作手段を操作することによりワークの構造データをデータ処理手段に入力し、データ処理手段を介して表示手段のディスプレイに撮像領域を設定するワークの表面の少なくとも一部と、この表示されたワークの表面に位置する1つの撮像領域指示マークであって撮像領域に相当する撮像領域指示マークとを表示させる。次にオペレータが操作手段を操作することにより、この撮像領域指示マークを所望の位置へ移動させこの撮像領域指示マークを介して1つの撮像領域を決定する。以下、同様の手順を繰り返して複数の撮像領域を順次決定する。次に以上のようにして決定された複数の撮像領域についてデータ処理手段によりワークの構造データを用いて撮像ポイントを求め、ティーチングデータを作成する。このように、ディスプレイにワークの表面の少なくとも一部と撮像領域指示マークとを表示し、この撮像領域指示マークを介して複数の撮像領域を決定するので、簡単に且つ能率良く決定することが出来、撮像領域の設定ミスを確実に防止することが出来る。従って、ティーチングデータの作成能率を著しく高めることが出来、精度の高いティーチングデータを得ることが出来る。

【0011】請求項2に係る撮像装置のティーチングデータの作成方法においては、基本的に請求項1と同様の作用が得られる。加えて、ディスプレイに、表示された撮像領域指示マークの外周側に位置する枠状の重複領域であって撮像時に重複して撮像される重複領域をも表示させるので、ワークの表面に撮像されない領域が発生するのを確実に防止することが出来る。

【0012】請求項3に係る撮像装置のティーチングデータの作成方法においては、基本的に請求項1と同様の作用が得られる。加えて、ディスプレイに表示された撮像領域指示マークを介して決定された撮像領域に、ディスプレイ上で識別マークを付加するので、オペレータは決定した撮像領域を明瞭に把握することが出来る。

【0013】請求項4に係る撮像装置のティーチングデータの作成方法においては、基本的に請求項3と同様の作用が得られる。加えて、識別マークは、表示色を異な

らせた色分けマークであるので、オペレータにとって識別しやすいものとなる。

【0014】

【発明の効果】本発明の撮像装置のティーチングデータの作成方法によれば、前記作用の項で説明したように次のような効果が得られる。請求項1に係る撮像装置のティーチングデータの作成方法によれば、ディスプレイにワークの表面の少なくとも一部と撮像領域指示マークとを表示し、この撮像領域指示マークを介して複数の撮像領域を決定するので、簡単に且つ能率的に複数の撮像領域を決定することが出来、撮像領域の設定ミスを確実に防止することが出来る。従って、ティーチングデータの作成能率を著しく高めることが出来、精度の高いティーチングデータを得ることが出来る。

【0015】請求項2に係る撮像装置のティーチングデータの作成方法によれば、基本的に請求項1と同様の効果が得られる。加えて、ディスプレイに、表示された撮像領域指示マークの外周側に位置する枠状の重複領域であって撮像時に重複して撮像される重複領域をも表示させるので、ワークの表面に撮像されない領域が発生するのを確実に防止することが出来る。

【0016】請求項3に係る撮像装置のティーチングデータの作成方法によれば、基本的に請求項1と同様の効果が得られる。加えて、ディスプレイに表示された撮像領域指示マークを介して決定された撮像領域に、ディスプレイ上で識別マークを付加するので、オペレータは決定した撮像領域を明瞭に把握することが出来る。

【0017】請求項4に係る撮像装置のティーチングデータの作成方法によれば、基本的に請求項3と同様の効果が得られる。加えて、識別マークは、表示色を異ならせた色分けマークであるので、オペレータにとって識別しやすいものとなる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面に基いて説明する。本実施例は、自動車製造工場の水研加工ラインの検査ステーションに配設され車体の塗装面を検査するための撮像装置に、車体の塗装面を複数分割した撮像領域の各々の撮像ポイントをティーチングするティーチングデータをオフラインにてシュミレーションで作成する方法に本発明を適用したものである。まず、撮像装置1について簡単に説明する。図2に示すように、検査ステーションには、車体Bのボンネット、ルーフ及びトランクリッドの塗装面を検査する撮像装置1と、車体Bの左右のフロントフェンダ、ドア及びリヤフェンダの塗装面を夫々検査する撮像装置1との3組の撮像装置1が配設され、各撮像装置1は、6軸の自由度を有する多関節型のロボット2と、ロボット2のハンド2aに装着された撮像ヘッド3と、ロボット2をティーチングデータに基いて駆動制御するとともに撮像ヘッド3からの画像信号を処理する制御装置4などで構成されている。

【0019】次に、撮像装置1のティーチングデータを作成するためのティーチングデータ作成装置10について説明する。図2・図3に示すように、ティーチングデータ作成装置10は、ディスプレイ11aを有する表示装置11と、CADで作成され設計において活用されている車体Bの構造データを格納したフロッピーディスクや作成したティーチングデータを格納するためのフロッピーディスクなどを駆動するためのフロッピーディスクドライブ装置12と、オペレータにより操作されるキーボード13及びマウス14と、表示装置11、フロッピーディスクドライブ装置12、キーボード13及びマウス14を制御するとともに種々のデータ処理を行う制御装置15などで構成され、制御装置15には、表示装置11、フロッピーディスクドライブ装置12、キーボード13及びマウス14とが夫々図示のようにバスを介して接続されている。制御装置15は、CPUとROMとRAMとを含むコンピュータと入出力インターフェイスなどを備え、ROMには、構造データ読出し処理及び構造データの補間演算処理と、必要な種々の表示の為に表示データ作成処理及び表示制御と、撮像領域決定後撮像ポイントのデータを用いてティーチングデータを作成するティーチングデータ作成処理と、作成されたティーチングデータに基づいてシュミレーションを行うシュミレーション制御等を含む後述するティーチングデータ作成制御の制御プログラムが格納されている。

【0020】次に、ティーチングデータ作成制御について、本発明に係る制御を主として図4に示すフローチャートに基いて説明する。尚、3組の撮像装置1についてのティーチングデータの作成は基本的に同様に行われるので、車体Bのボンネット、ルーフ及びトランクリッドの塗装面を検査する撮像装置1のティーチングデータを作成する場合について説明する。尚、図中S<sub>i</sub> (i = 1、2、・・・)は各ステップを示す。また、ティーチングデータ作成装置10の電源投入とともにルーチンが起動するものとする。電源が投入されると、メモリのクリアなどの初期設定が行われ (S1)、これと並行してオペレータは、フロッピーディスクドライブ装置12に、これからティーチングデータを作成しようとする所定車種の車体Bの構造データが格納されたフロッピーディスクと作成されたティーチングデータを格納するためのフロッピーディスクとを装着する。次に車体Bの構造データを読み込むためのコマンドが入力されるまで待機し (S2: No)、オペレータがキーボード13を操作してデータ読み込みコマンドを入力すると (S2: Yes)、フロッピーディスクドライブ装置12が駆動され、車体Bの構造データが読み込まれる (S3)。

【0021】次に車体Bの構造データと撮像装置1の諸元データなどに基づいて、図3に示すように、初期画面として、ディスプレイ11aに検査ステーションの所定位置に停止した車体Bと検査ステーションの所定位置に配

設された撮像装置1が3次元的に表示される (S4)。この場合、予めプログラムに格納されている撮像装置1の諸元データと検査ステーションにおける撮像装置1及び車体Bの配置データと、読み込まれた車体Bの構造データとに基づいてディスプレイ11aに表示するための画像データが作成され、この画像データが表示装置11に転送されて表示される。尚、ディスプレイ11aには、車体Bの車種コードも表示されるものとする。次に今回ティーチングデータを作成する車体Bの部位を指定するコマンドが入力されているか否かが判定される (S5)。コマンドが入力されていない場合には (S5: No)、コマンドが入力されるまで待機し、例えば、オペレータがボンネットBNを指定するコマンドを入力すると (S5: Yes)、図5に示すように、ボンネットBNがディスプレイ11aの略中央部に2次元的に表示されるとともに、ディスプレイ11aの下部には、ボンネットBNに複数の撮像領域を設定するための指示マークMが初期位置に表示される (S6)。この指示マークMは、撮像領域に相当する撮像領域指示マークMaと、撮像領域指示マークMaの外周側に位置する重複領域であって撮像時に重複して撮像される重複領域に相当する重複領域指示マークMbと、撮像領域の中心を示す撮像中心指示マークMcとで構成され、撮像領域指示マークMaは赤色で表示され、重複領域指示マークMbと撮像中心指示マークMcは白色で表示されるようになっている。

【0022】次にオペレータが指示マークMを最初に撮像領域を設定するボンネットBNの後端右部に移動させるようにマウス14を操作すると、マウス14から入力される信号に基づいて、図5に示すように、指示マークMが初期位置からボンネットBNの後端右部に向かって移動表示される (S7)。次に撮像領域決定コマンドが入力されるまで待機し (S8: No)、指示マークMがボンネットBNの後端右部の所定位置まで移動された状態において、オペレータにより撮像領域決定コマンドが入力されると (S8: Yes)、指示マークMのうち撮像領域指示マークMaが赤色から白色に色変えして表示される (S9)。次に撮像領域指示マークMaに基づいて決定された撮像領域の撮像ポイントが演算され、その結果が記憶される (S10)。即ち、撮像領域指示マークMaに対応するボンネットBNの撮像領域の構造データに基づいて撮像領域の曲面形状が求められとともに、撮像中心指示マークMcに対応する撮像領域の中心点を通る法線上の撮像ポイントであって、撮像領域の中心点までの距離が撮像ヘッドの所定の撮像高さに等しい撮像ポイントが求められ、その撮像ポイントの座標値と前記法線方向値とが撮像ポイントのデータとして記憶される。

【0023】次に撮像領域設定終了コマンドが入力されているか否かが判定され (S11)、この場合撮像領域設定作業を開始したばかりで撮像領域設定終了コマンド

は入力されていないので（S11：No）、S7に移行し、オペレータによるキーボード13とマウス14の操作に従ってS7～S11が実行される。即ち、図6に示すように、オペレータはマウス14を操作してディスプレイ11a上の指示マークMをボンネットBNの後端右部から次に撮像領域を設定するボンネットBNの後端中央部側に平行移動させる。このとき、前回決定した撮像領域に対応する指示マークMは、その撮像領域指示マークMaが白色の状態に保持されて残り、赤色の撮像領域指示マークMaを有する新たな指示マークMがディスプレイ11aに表示されてボンネットBNの後端中央部側に移動する。このようにして、指示マークMがボンネットBNの後端中央部の所定位置まで移動された状態において、オペレータにより撮像領域決定コマンドが入力されると、指示マークMのうち撮像領域指示マークMaが赤色から白色に変色して表示される。この状態では、前回の指示マークMと今回の指示マークMの撮像領域指示マークMaは隣接し、夫々の重複領域指示マークMbは相互に重なり合っている。以下、同様にS7～S11が繰り返して実行され、図7に示すように、ボンネットBNの全領域に亘って撮像領域が順次決定される。

【0024】ボンネットBNの全ての撮像領域の設定が終了し、撮像領域設定終了コマンドが入力されると（S11：Yes）、次に撮像装置1に撮像ポイントをティーチングするティーチングデータが作成され、作成されたティーチングデータはフロッピーディスクに格納される（S12）。このティーチングデータの作成においては、S10において求められた撮像ポイントのデータに基いて、撮像装置1の撮像ヘッド3を初期位置から最適・最短経路に沿って所定の撮像姿勢で複数の撮像ポイントに亘って順次移動駆動し且つ各撮像ポイントにおいて撮像ヘッド3を所定の撮像姿勢に設定するためのロボット2の各軸の制御量が求められてティーチングデータとして記憶される。ティーチングデータの作成が完了すると、ディスプレイ11aにティーチングデータの作成が完了したことが表示され（S13）、次に作業終了コマンドが入力されているか否かが判定される（S14）。作業終了コマンドが入力されていると（S14：Yes）、ルーチンを終了する。作業終了コマンドが入力されていない場合には（S14：No）、次にシュミレーションコマンドが入力されているか否かが判定され（S15）、シュミレーションコマンドが入力されていない場合には（S15：No）、S13に移行し、作業終了コマンド又はシュミレーションコマンドが入力されるまで、S13・S14が繰り返される。シュミレーションコマンドが入力されると（S15：Yes）、撮像装置1のシュミレーションが行われる（S16）。このシュミレーションにおいては、図8に示すように、ディスプレイ11aに検査ステーションの所定位置に配設された車体Bと撮像装置1が表示され、撮像装置1の撮像ヘッ

ド3がティーチングデータに基いてボンネットBNの撮像領域の各々の撮像ポイントに亘って順次移動していく。この場合、撮像ヘッド3の移動順序に従ってボンネットBNの対応する撮像領域と重複領域と撮像ポイントから撮像領域の中心点に向かう法線ベクトルとが1組づつ表示される。シュミレーションが終了すると、S13に移行し、その後作業終了コマンドが入力されることにより、ルーチンを終了する。

【0025】このように、撮像装置1のティーチングデータを作成する際に、ディスプレイ11aに撮像領域指示マークMaを表示させ、この撮像領域指示マークMaを介して複数の撮像領域を決定するので、簡単に且つ短時間に複数の撮像領域を決定することが出来、撮像領域の設定ミスを確実に防止することが出来る。従って、ティーチングデータの作成能率を著しく高めることが出来、精度の高いティーチングデータを得ることが出来る。加えて、ディスプレイ11aに、重複領域指示マークMbにより撮像時に重複して撮像される重複領域をも表示させるので、車体Bの塗装面に撮像されない領域が発生するのを確実に防止することが出来る。更に、ディスプレイ11aに表示された撮像領域指示マークMaを介して決定された撮像領域を、未決定の撮像領域と表示色を異ならせて表示するので、オペレータは簡単且つ迅速に決定した撮像領域を確認することが出来る。

【0026】尚、前記ティーチングデータの作成方法は、車体の塗装面の撮像に限らず種々のワークの表面の撮像に適用できることは勿論である。また、決定された撮像領域指示マークの色は白色に限らず、未決定の撮像領域指示マークの色と異なる色であれば種々の色を用いることも可能であるし、更に、決定された重複領域指示マークの色も異ならせるようにしてもよい。加えて、ティーチングデータ作成後シュミレーションを行う場合に、ディスプレイ11aに車体Bを搬送するチェーンコンベアなど検査ステーションに配設される種々の設備を表示することも可能である。更に、撮像装置を構成するロボットは多関節型に限らず直交座標型など種々の型式のロボットを用いることも有り得る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る機能ブロック図である。

【図2】ティーチングデータ作成装置の構成図である。

【図3】ティーチングデータ作成作業を示す説明図である。

【図4】ティーチングデータ作成制御のルーチンのフローチャートである。

【図5】ディスプレイに表示されたボンネットと指示マークを示す説明図である。

【図6】指示マークの移動表示を示す説明図である。

【図7】ボンネットに設定された全撮像領域の説明図である。

【図8】撮像装置のシュミレーションを示す説明図であ

る。

【符号の説明】

B 車体

Ma 撮像領域指示マーク

Mb 重複領域指示マーク

1 撮像装置

11 表示装置

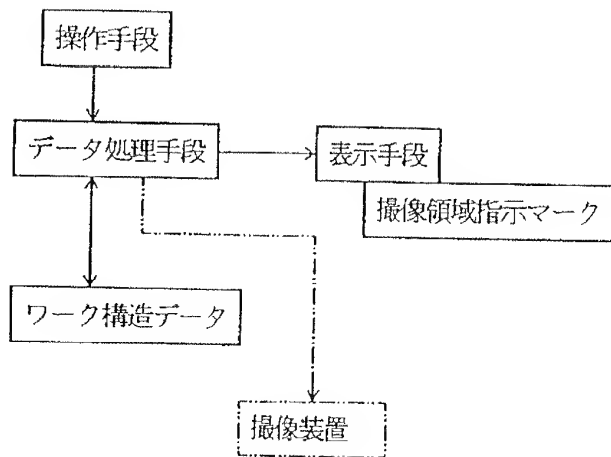
11a ディスプレイ

13 キーボード

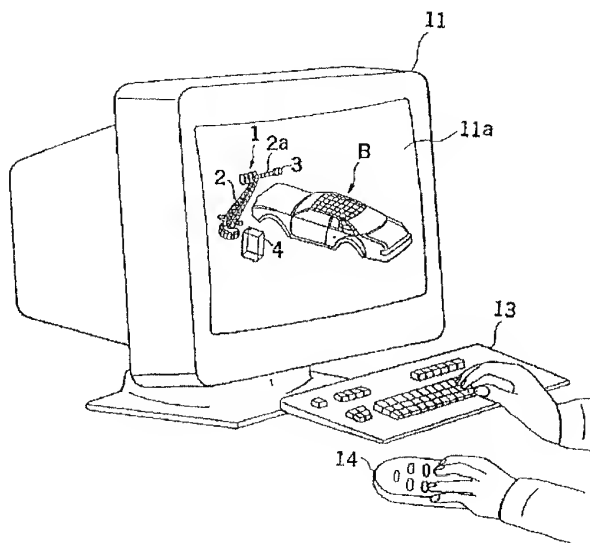
14 マウス

15 制御装置

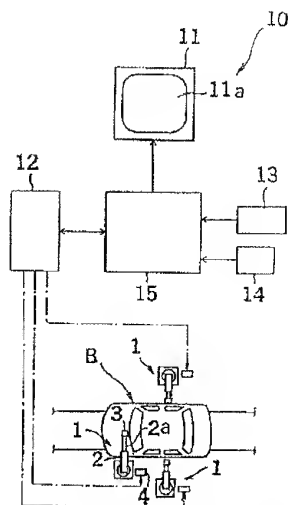
【図1】



【図3】

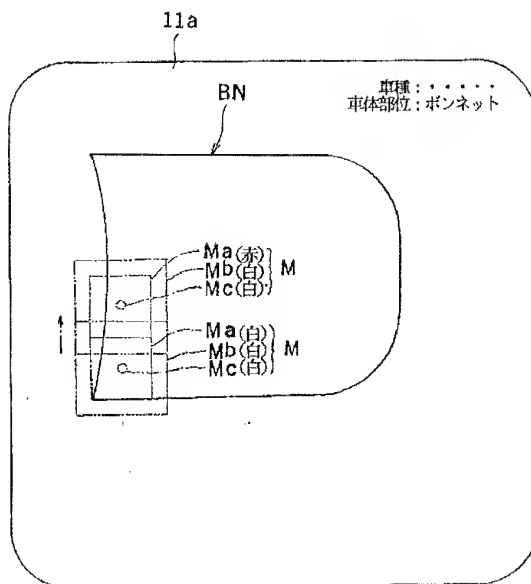


【図2】

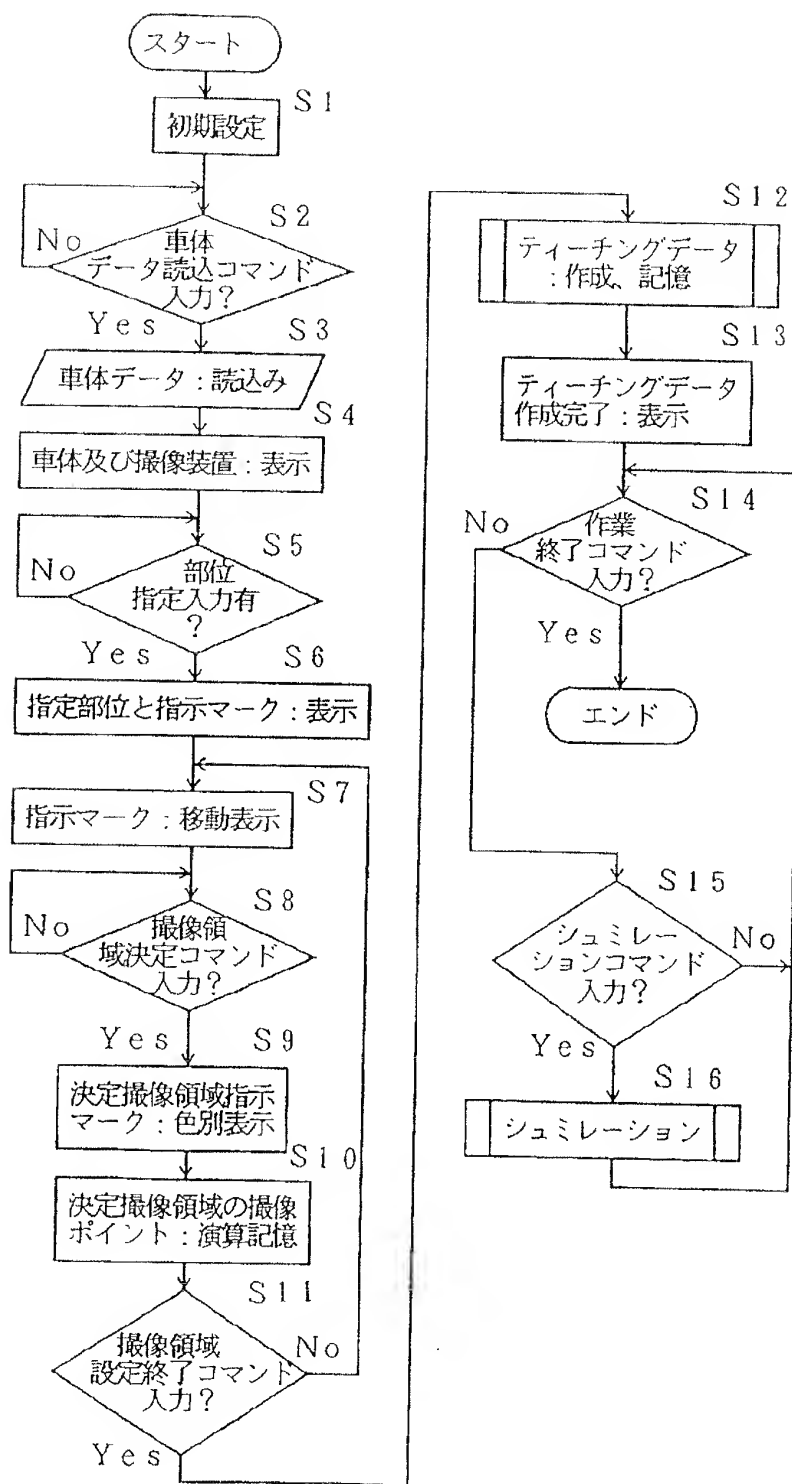


B: 車体  
1: 撮像装置  
11: 表示装置  
11a: ディスプレイ  
13: キーボード  
14: マウス  
15: 制御装置

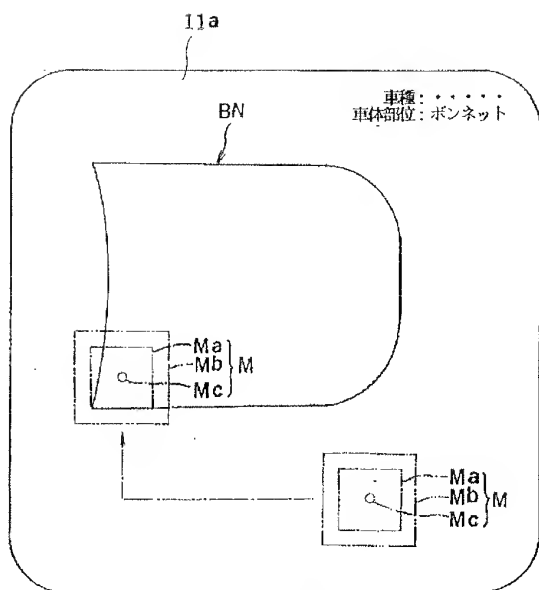
【図6】



【図4】

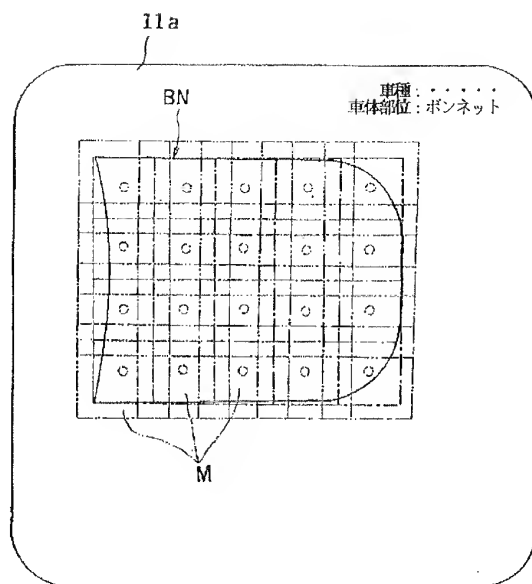


【図5】

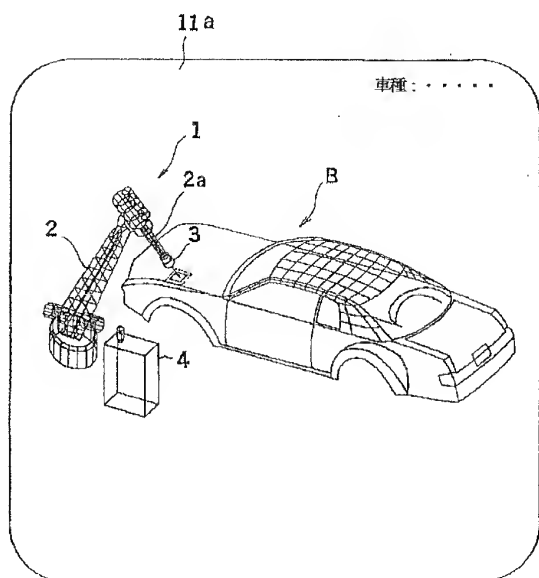


Ma: 撮像領域指示マーク  
Mb: 重量箇指示マーク

【図7】



【図8】



1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] An air-conditioner for vehicles characterized by comprising the following which computes a controlled variable based on two or more physical quantity related with heat load required for vehicle indoor air conditioning control, and controls a temperature control means in an air conditioning unit, an air-capacity regulation means, an exit-cone regulation means, etc. A desired value generating means which generates at least one desired value in said two or more physical quantity which should be made to change in time.

An estimation means which presumes physical quantity in which measurement is [ that measurement of said two or more physical quantity is impossible, or ] difficult.

A calculating means which computes an optimum value of a control parameter and determines said controlled variable based on said desired value, said estimated physical quantity, and measurable physical quantity of said two or more physical quantity.

An air conditioning control means which comprises a linearity compensation means to which linear operation of this calculating means is carried out.

[Claim 2] In the air-conditioner for vehicles according to claim 1, said desired value generating means, Generate and blow-off temperature of said temperature control means, blow-off air capacity of said air-capacity regulation means, and a desired value that an exit-cone change of said exit-cone regulation means should make change in time said estimation means, Presume physical quantity, such as body temperature in which measurement is [ that measurement of said two or more physical quantity is impossible, or ] difficult, and blow-off air capacity, and said calculating means, An air-conditioner for vehicles, wherein it computes an optimum value of said control parameter by setting up a valuation function, it determines said controlled variable based on measurable vehicle room temperature of said desired value, said estimated physical quantity, and said two or more physical quantity and said linearity compensation means carries out linear operation of said calculating means.

[Claim 3] In the air-conditioner for vehicles according to claim 1, said desired value generating means, A desired value which blow-off temperature of said temperature control means, blow-off air capacity of said air-capacity regulation means, an exit-cone change of said exit-cone regulation means, and a crew member's skin temperature should make change in time is generated, While presuming body temperature in which measurement is [ that measurement of said two or more physical quantity is impossible for said estimation means, or ] difficult, blow-off air capacity, etc., Based on such estimated physical quantity, presume said crew member's skin temperature, and said calculating means, An air-conditioner for vehicles, wherein it computes an optimum value of said control parameter by setting up a valuation function, it determines said controlled variable based on measurable vehicle room temperature of said desired value, said estimated physical quantity, and said two or more physical quantity and said linearity compensation means carries out linear operation of said calculating means.

---

[Translation done.]

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention processes two or more physical quantity related with heat load required for air conditioning of outdoor air temperature, intensity of radiation, etc. according to system and control theory (modern control theory), and relates to the air-conditioner for vehicles which air-conditions the vehicle interior of a room to target temperature.

[0002]

[Description of the Prior Art] From the former, based on a vehicle room temperature preset value, actual vehicle room temperature, outdoor air temperature, and intensity of radiation, air capacity and an exit cone are controlled and the air-conditioner for vehicles which air-conditions the vehicle interior of a room to target temperature is known (for example, refer to 6 No. 578 per month in Nissan service \*\*\*\* Showa 62). In this kind of device, as shown in drawing 10, the vehicle room temperature preset value  $T_{ptc}$ , the vehicle room temperature  $T_{inc}$ , the intensity of radiation  $Q_{sun}$ , and the outdoor air temperature  $T_{amb}$  are inputted into the controller 1, To the difference of the preset temperature  $T_{ptc}$  and the actual vehicle room temperature  $T_{inc}$ , the intensity of radiation  $Q_{sun}$ , the outdoor air temperature  $T_{amb}$ , and the preset temperature  $T_{ptc}$ . A control-command value is computed by multiplying by the control parameters  $K10$ - $K13$  obtained experimentally, respectively. The computing units 1a and 1b determine the controlled variable  $X$ , i.e., the air mix door opening, and the Blois driver voltage  $V_f$  of the air conditioning unit 2. The air conditioning unit 2 of the common knowledge which comprises a heater core, an evaporator, an air mix door, Blois, each blow-off door, etc. is controlled, and the vehicle room 3 is air-conditioned with the target blow-off temperature  $T_o$  and the target blow-off air capacity  $G_a$ .

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional device, in order to determine the control parameter of a controller which is satisfied with the bottom of any environmental conditions of a response and stability, there is a problem that a crew member's comfortable feeling is not satisfied in any environments other than the environmental condition which needs a huge experiment man day, and also was assumed beforehand.

[0004] The purpose of this invention follows a desired value, securing a response and stability to all environmental conditions, and providing the easy air-conditioner for vehicles has tuning of a control parameter.

[0005]

[Means for Solving the Problem] When it matches with drawing 1 which is a figure corresponding to a claim and this invention is explained, an invention of claim 1, A controlled variable is computed based on two or more physical quantity related with heat load required for vehicle indoor air conditioning control, and it is applied to an air-conditioner for vehicles which controls a temperature control means in the air conditioning unit 2, an air-capacity regulation means, an exit-cone regulation means, etc. And the desired value generating means 71 which generates at least one desired value in two or more physical quantity which should be made to change in time. The estimation means 72 which presumes physical quantity in which measurement is [ that measurement of two or more physical quantity is impossible, or ] difficult. The above-mentioned purpose is attained by computing an optimum value of a control parameter and having the air conditioning control means 7 which comprises the calculating means 74 which determines a controlled variable based on a desired value, estimated physical quantity, and measurable physical quantity of two or more physical quantity, and the linearity compensation means 73 which carries out linear operation of this calculating means 74. The desired value generating means 71A of an air-conditioner for vehicles of claim 2, Generate and blow-off temperature of a temperature control means, blow-off air capacity of an air-capacity regulation means, and a desired value that an exit-cone change of an exit-cone regulation means should make change in time the estimation means 72A, Presume physical quantity, such as body temperature in which measurement is [ that measurement of two or more physical quantity is impossible, or ] difficult, and blow-off air capacity, and the calculating means 74A, An optimum value of a control parameter is computed by setting up a valuation function, a controlled variable is determined based on measurable vehicle room temperature of a desired value, estimated physical quantity, and two or more physical quantity, and the linearity compensation means 73A carries out linear operation of the calculating means 74A further. The desired value generating means 71B of an air-conditioner for vehicles of claim 3, A desired value which blow-off temperature of a temperature control means, blow-off air capacity of an air-capacity regulation means, an exit-cone change of an exit-cone regulation means, and a crew member's skin temperature should make change in time is generated. While the estimation means 72B presumes body temperature in which measurement is [ that measurement of two or more physical quantity is impossible, or ] difficult, blow-off air capacity, etc., Based on such estimated physical quantity, presume a crew member's skin temperature, and the calculating means 74B, An optimum value of a control parameter is computed by setting up a valuation function, a controlled variable is determined based on measurable vehicle room temperature of a desired value, estimated physical quantity, and two or more physical quantity, and the linearity compensation means 73B carries out linear operation of the calculating means 74B further.

[0006]

[Function] The calculating means 74 of the air conditioning control means 7 computes the optimum value of a control parameter, determines a controlled variable based on the desired value generated by the desired value generating means 71, the estimated physical quantity presumed by the estimation means 72, and the measurable physical quantity of two or more physical quantity,

optimum value of the control parameter by having set up the valuation function in claim 2, and was generated by the desired value generating means 71A, blow-off air capacity, and the desired value of an exit-cone change, Based on estimated physical quantity presumed by the estimation means 72A, such as body temperature and blow-off air capacity, and the measurable vehicle room temperature of two or more physical quantity, the controlled variable of the air conditioning unit 2 is determined. The change of the blow-off temperature which the calculating means 74B furthermore computed the optimum value of the control parameter by having set up the valuation function by claim 3, and was generated by the desired value generating means 71B, blow-off air capacity, and an exit cone, and the desired value of a crew member's skin temperature, Based on estimated physical quantity presumed by the estimation means 72B, such as body temperature, blow-off air capacity, and a crew member's skin temperature, and the measurable vehicle room temperature of two or more physical quantity, the controlled variable of the air conditioning unit 2 is determined.

[0007]In the means for solving the aforementioned problem explaining the composition of this invention, and the paragraph of the operation, in order to make this invention intelligible, the same numerals as the element of the example corresponding to the numerals of each means were used, but thereby, this invention is not limited to an example.

[0008]

[Example]Drawing 2 is a block diagram showing the composition of one example. A same sign is attached to the same apparatus as drawing 10, and it explains focusing on a point of difference. In a figure, the outside air temperature sensor with which the solar radiation sensor with which 4 detects the intensity of radiation Qsun, and 5 detect the outdoor air temperature Tamb, and 6 are room temperature setters which set up the vehicle room temperature preset value Tptc.

[0009]7 is a controller which comprises a microcomputer and its periphery article.

It consists of the norm model 71, the observer 72, the linear compensator 73, and the optimal regulator 74, Based on the intensity of radiation Qsun, the outdoor air temperature Tamb, the vehicle room temperature preset value Tptc, and the vehicle room temperature Tinc, the controlled variable X, i.e., an air mix door opening, and the Blois driver voltage Vf are computed, and the air conditioning unit 2 is controlled.

[0010]The norm model 71 mathematizes transition by the temporal change and environmental variation of the blow-off air capacity Ga and the blow-off temperature To suitable for human being's comfortable feeling like a following formula, and computes target skin temperature Tf\* when changing the vehicle room temperature preset value Tptc, and target vehicle room temperature Tinc\*. Also in a transient until it reaches those target temperature, these target skin temperature Tf\* and target vehicle room temperature Tinc\* determine the change condition of the temperature suitable for the crew member's comfortable feeling at the same time they determine a comfortable air conditioning temperature at the time of regular.

$$dXr/dt=Ar-Xr+Br-Tptc \quad \dots (1)$$

$$Yr=Cr-Xr \quad \dots (2)$$

Here, Xr is a state variable vector, Yr is an output-variable vector, and  $Xr=Yr=[Tf^*, Tinc^*]^T$  and Ar, Br, and Cr are coefficient matrices.

[0011]Drawing 3 is a time chart which shows the air conditioning result (solid line) and the air conditioning result (dashed line) according to a device conventionally by the air-conditioner for vehicles concerning this invention.

(a) shows the time of lowering the preset temperature Tptc at the time t1, and (b) shows the time of raising the preset temperature Tptc at the time t2.

The controlled variable of the controller 1 determines the transient change of the vehicle room temperature Tinc when changing the preset temperature Tptc in the conventional air-conditioner, and it does not necessarily satisfy a crew member's comfortable feeling to transient state. In the air-conditioner of this invention, since target skin temperature Tf\* and target vehicle room temperature Tinc\* according to a temporal change and an environmental variation were determined in the norm model 71, the air conditioning temperature suitable for the crew member's comfortable feeling is set also to a transient as well as the time of regular.

[0012]Drawing 4 is a control block diagram showing the composition of the observer 72. Below, the sign in a control block diagram is displayed in accordance with the general notation of system control (modern control), and omits those explanation. In a figure, 72a is a system of a actual controlled object.

It is assumed that it is a linearity time invariant system (fixed factor system) which has the fixed factor matrix Ao, Bo, and Co by the experimental result of an air-conditioner.

The observer 72 has an inference model of the controlled object system 72a identified beforehand, By feeding back a deviation  $(Yo-Yo^S)$  with vehicle room temperature point estimate  $Yo^S$  outputted from the inference model beforehand identified the measurable vehicle room temperature  $Yo (= Tinc)$ , The body temperature Tm in which measurement is [ that measurement is impossible or ] difficult, the blow-off air capacity Ga, the air mix door opening Xmm (un-illustrating), etc. which are shown in drawing 5 are presumed, and the present skin temperature Tf is presumed based on these point estimates.

[0013]Now, the equation of state of the system 72a of a controlled object and an output equation are expressed as follows.

$$dXo/dt=Ao-Xo+Bo-U \quad \dots (3)$$

$$Yo=Tinc=Co-Xo \quad \dots (4)$$

Here, Xo is a state variable vector and  $Xo=[Tm, Tinc, Ga, Xmm]^T$  and U are control-command value vectors. An inference model is expressed by the following formula when the point estimate of the state variable Xo of the body temperature Tm presumed by the inference model identified beforehand, the blow-off air capacity Ga, and the air mix door opening Xmm is made into  $Xo^S$ .

$$dXo^S/dt=Ao-Xo^S+Bo-U \quad \dots (5)$$

$$Yo=Tinc^S=Co-Xo^S \quad \dots (6)$$

Here  $Xo^S=[Tm^S, Tinc^S, Ga^S, Xmm^S]^T$ , As for the point estimate of the body temperature Tm, and  $Tinc^S$ , the point estimate of

point estimates of the EMIKKUSUDOA opening Xmm. In order to complete change of the coefficient matrix Ao and Bo, and the estimated error eo (=XoS-Xo) of each state variable produced by disturbance as zero, the observer 72 is expressed as follows by adding feedback to an inference model, as shown in drawing 4.

$$dXoS/dt=Ao-XoS+Bo-U+F-(Yo-YoS) \dots (7)$$

Here, F is feedback coefficient MATORISUKUSU.

[0014]By the way, since the controlled object system in an air-conditioner is nonlinear and it is difficult to carry out nonlinear operation of the optimal regulator 74 mentioned later, the linear compensator 73 performs linearization compensation. The linear compensator 73 is constituted by non-linear state feedback and nonlinear state feedforward as shown in drawing 6 (a). Namely,  $u=f(X, t) +g(X, t) -U \dots (8)$

Here, u1, U=[u2]<sup>T</sup>, the control-command value as which u1 determines the Blois voltage in addition, and u2 are control-command values which determine blow-off temperature. f (X, t) is a non-linear feedback function, and g (X, t) is a nonlinear feedforward function. (8) U-Y is linearized by the formula and it is changed like a following formula (drawing 6 (b)).

$$dY/dt=A1, Y+B1, \text{ and } U \dots (9)$$

Here, A1 and B1 are coefficient matrices.

[0015]Since the optimal regulator 74 follows the desired value of the norm model 71, it computes the optimum value of the control parameter which reconciles a response and stability using the valuation function J, and determines a controlled variable. The valuation function J is expressed with a following formula.

$$J=\text{integral} \{W1, {}^2+W2, {}^2+W3, {}^2+W4, \text{ and } (du2/dt) {}^2\} dt \dots (10)$$

deltaTinc here the deviation of the vehicle room temperature Tinc and its desired value Tinc\* and deltaTf, The deviation of the skin temperature Tf and desired value Tf\* of a crew member and du1/dt, The time differentiation value which shows the rapid difference of the control-command value change as which the time differentiation value which shows the rapid difference of the control-command value change which determines the Blois driver voltage Vf, and du2/dt determine the blow-off temperature To, W1, W2, W3, and W4 are weighting factors. integral shows the integration operator from 0 to infinity. In an upper type, deltaTf expresses the partial thermal sensation of the part where solar radiation and a blow-off wind hit, and du1/dt and du2/dt express a feeling of change of the noise of Blois, blow-off air capacity, and blow-off temperature. These deltaTinc, deltaTf, du1/dt, and du2/dt(s) are main parameters which affect a crew member's amenity.

In order to evaluate a comfortable feeling synthetically, the weighting factor W1 of each parameter, W2, W3, and W4 are determined first.

[0016]An expansion system as shown in a following formula from (1), (2), and (9) types which were mentioned above is constituted.

$$dE/dt=Ae-E+Be-dU/dt \dots (11)$$

Here, a coefficient matrix and e of  $E=[dY/dt, e, dXr/dt]^T$  and Ae, and Be are deviation vectors ( $e=Yr-Y$ ). (11) In a formula, the control law which makes the valuation function J the minimum is expressed with a following formula.

$$dU/dt=K1, dY/dt+K2, e+K3, \text{ and } dXr/dt \dots (12)$$

Here, K1, K2, and K3 are control parameter matrices. (12) In order to make small time differentiation value dU/dt of the control-command value vector of a formula as much as possible and to make a desired value follow, a following formula determines the control parameter K1, K2, and K3.

$$(K1, K2, K3) = -R^{-1}Be^TP \dots (13)$$

Here, R is a weighting-factor matrix and P is a matrix solution of the following Riccati equation.

$$Ae^T, P+P-Ae+Q-P-Be-R^{-1}, Be^T, \text{ and } P=0 \dots (14)$$

Here, Q is a weighting-factor matrix. Thus, according to a predetermined algorithm, the control parameter K1, K2, and K3 are determined by setting up the weighting-factor matrices Q and R. The controlled variable of the optimum control command value vector U 2, i.e., an air conditioning unit, is determined by substituting for (11) types the control parameter K1 determined by the upper type, K2, and K3, and integrating with them.

$$U=K1, Y+K2, \text{ integraledt}+K3, \text{ and } Xr+[U(0)-K1 \text{ and } Y(0) -K3 \text{ and } Xr(0) \dots (15)]$$

Here, U (0), Y (0), and Xr (0) are the initial values of a control-command value, an output, and a state variable, respectively.

[0017]Drawing 7 is a control block diagram showing the composition of the optimal regulator 74 which did in this way and was designed. Drawing 8 is a time chart which shows the calculating process of the control-command value of the optimal regulator 74. Target vehicle room temperature Tinc\* and target skin temperature Tf\* which were computed with the norm model 71 as the optimal regulator 74 was shown at the time t3 of drawing 8. The controlled variable of the air conditioning unit 2 is determined that the area of a difference with estimated value Tf<sup>S</sup> of the actual vehicle room temperature Tinc and skin temperature will serve as the minimum. That is, the air conditioning unit 2 is controlled to become a temperature target value of the norm model 71 suitable for the crew member's amenity, securing a response and stability under all conditions based on the valuation function J which evaluates a crew member's amenity. The controlled variable computed by the optimal regulator 74 as mentioned above is linearized by the linear compensator 73.

[0018]Drawing 9 is a flow chart which shows the control program executed with the microcomputer of the controller 7. A microcomputer will start execution of this control program, if the main switch which an air-conditioner does not illustrate is thrown in. This flow chart explains operation of the controller 7. In Step S1, the vehicle room temperature preset value Tptc set up by the room temperature setter 6 is inputted, target skin temperature Tf\* and target vehicle room temperature Tinc\* which suited the crew member's comfortable feeling with the norm model 71 are computed, and they are outputted to the optimal regulator 74. At continuing Step S2, by the observer 72, the body temperature Tm in which measurement is [ that measurement is impossible or ] difficult, the blow-off air capacity Ga, the air mix door opening Xmm, etc. are presumed, the present skin

[0019]At Step S3, by the optimal regulator 74 based on skin temperature point estimate  $T_f^S$  presumed by the desired value of the norm model 71, and the observer 72, and the measured vehicle room temperature  $T_{inc}$ , While computing a deviation with a desired value, and the variation of a controlled variable, by the valuation function J, the optimal control parameter for following a desired value is computed, a controlled variable is determined, and it outputs to the linear compensator 73. In step S4, the controlled variable from the optimal regulator 74 is linearized with the linear compensator 73. And the linearized controlled variable is outputted to the air conditioning unit 2 at Step S5. The air conditioning unit 2 drives Blois and air-conditions the vehicle room 3 while it drives the actuator of an air mix door and each exit-cone door according to this controlled variable.

[0020]Thus, with the norm model 71, when [ regular ] a crew member's comfortable feeling is suited, set up target skin temperature  $T_f^*$  of a transient, and target vehicle room temperature  $T_{inc}^*$ , and by the observer 72. The body temperature  $T_m$  in which measurement is [ that measurement is impossible or ] difficult, the blow-off air capacity  $G_a$ , and the air mix door opening  $X_{mm}$  are presumed, Ask for skin temperature point estimate  $T_f^S$  based on these point estimate  $T_m^S$ ,  $G_a^S$ , and  $X_{mm}^S$ , and by the optimal regulator 74. Since target skin temperature  $T_f^*$  and target vehicle room temperature  $T_{inc}^*$  are followed, while computing the optimum value of a control parameter by the valuation function J, Since the controlled variable was determined based on target skin temperature  $T_f^*$ , target vehicle room temperature  $T_{inc}^*$ , estimated-physical-quantity  $T_m^S$  of the observer 72,  $G_a^S$ ,  $X_{mm}^S$ , and the measurable vehicle room temperature  $T_{inc}$ , It becomes possible to make target temperature follow, securing a response and stability to all environmental conditions, and the experiment man day for tuning of a control parameter is reduced. Since the skin temperature  $T_f$  which is an important parameter for the observer 72 to realize a crew member's comfortable air conditioning was presumed, the skin temperature  $T_f$  can be detected without equipping with the skin temperature sensor which gives a crew member displeasure.

[0021]Although target skin temperature  $T_f^*$  and target vehicle room temperature  $T_{inc}^*$  are generated with the norm model 71 and the body temperature  $T_m$ , the blow-off air capacity  $G_a$ , the air mix door opening  $X_{mm}$ , and the skin temperature  $T_f$  were presumed by the observer 72 in the above-mentioned example, The physical quantity presumed by the physical quantity and the observer 72 which make it generate with the norm model 71 is not limited to the above-mentioned example.

[0022]in the composition of the above example — the controller 7 — an air conditioning control means — the norm model 71 — a desired value generating means — the observer 72 constitutes an estimation means, the linear compensator 73 constitutes a linearity compensation means, and the optimal regulator 74 constitutes a calculating means, respectively.

[0023]

[Effect of the Invention]At least one desired value in two or more physical quantity which computes the optimum value of a control parameter in the invention of claim 1 as explained above, and is related with heat load required for air conditioning control which should be made to change in time, The controlled variable of the air conditioning unit was determined based on the estimated physical quantity in which measurement is [ that measurement is impossible or ] difficult, and measurable physical quantity.

Therefore, it becomes possible to make target temperature follow, securing a response and stability to all environmental conditions, and the experiment man day for tuning of a control parameter is reduced.

The desired value which should compute the optimum value of a control parameter by setting up a valuation function in the invention of claim 2, and a blow-off temperature required for air conditioning control, blow-off air capacity, and an exit-cone change should make change in time, The controlled variable of the air conditioning unit was computed based on estimated physical quantity, such as body temperature in which measurement is [ that measurement is impossible or ] difficult, and blow-off air capacity, and measurable vehicle room temperature.

Therefore, it becomes possible to make target temperature follow, securing a response and stability to all environmental conditions, and the experiment man day for tuning of a control parameter is reduced.

The desired value which should furthermore compute the optimum value of a control parameter by setting up a valuation function by the invention of claim 3, and a blow-off temperature required for air conditioning control, blow-off air capacity, an exit-cone change, and a crew member's skin temperature should make change in time, The controlled variable of the air conditioning unit was computed based on the presumed skin temperature presumed based on estimated physical quantity, such as body temperature in which measurement is [ that measurement is impossible or ] difficult, and blow-off air capacity, and measurable vehicle room temperature.

Therefore, it becomes possible to make target temperature follow, securing a response and stability to all environmental conditions, and the experiment man day for tuning of a control parameter is reduced.

The desired value of the skin temperature of the crew member who is an important parameter for realizing comfortable air conditioning is generated, Since the controlled variable of the air conditioning unit was determined based on the presumed skin temperature presumed based on estimated physical quantity, such as body temperature and blow-off air capacity, skin temperature can be detected to a crew member, without equipping with the skin temperature sensor which gives displeasure, and comfortable air conditioning can be performed to him.

---

[Translation done.]